

рамики отработана, описана в патенте [3]. Беспористая керамика из майенита обладает селективностью только по гелию. Ее проницаемость для гелия равна  $(16,5...17,0) \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/(\text{с} \cdot \text{атм})$ . Полученные данные (рис. 2) составили основу патента [4].

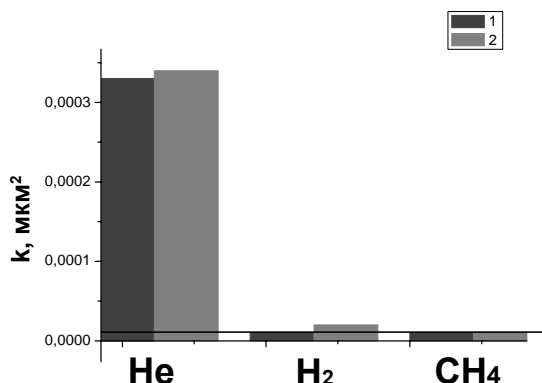


Рис. 2. Селективность майенита для испытываемых газов  
(горизонтальной чертой отмечен собственный уровень натекания системы)

#### Библиографический список

1. S. Yang, J. N. Kondo, K. Hayashi, et all // Chem. Mater. 2004. V. 16. P. 104-110.
2. Толкачева А.С., Шкерин С.Н., Плаксин С.В., Вовкотруб Э.Г., Буланин К.М., Кочедыков В.А., Ординарцев Д.П., Гырдазова О.И., Молчанова Н.Г. Получение плотной керамики однофазного майенита ( $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{32}$ )O // Журнал прикладной химии. Т. 84. № 6. С. 881-886.
3. Шкерин С.Н., Толкачева А.С. Способ получения керамики со структурой майенита. Патент RU № 2459781. Опубл. 27.08.2012 г. Бюл. № 24.
4. Шкерин С.Н., Толкачева А.С., Калинина Е.Г., Филатов И.Е., Сафронов А.П. Молекулярный фильтр для извлечения гелия из гелийсодержащих газовых смесей. Патент RU № 2492914. Опубл. 20.09.2013 г. Бюл. № 3.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦОВ МЕТОДОМ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Трофимов А.А., Рудой В.М., Ярославцева О.В.  
УрФУ, a.b.darintseva@ustu.ru

Выбор коррозионно-устойчивого материала проводят на основании результатов длительных испытаний. Чтобы сократить время испытаний, используют ускоренные испытания. Обычно результаты ускоренных испытаний дают сравнительные данные по коррозионной стойкости нескольких металлов или сплавов. В этом случае большое значение приобретает идентичность условий предварительной подготовки образцов. При этом такая электрохимическая характеристика, как стационарный потенциал не может быть использована, поскольку материалы, имея различный состав, будут иметь разные бестоковые потенциалы. В качестве альтернативы этой характеристики можно использовать определенные свойства поверхности электрода. В частности, важно, чтобы на поверхности не было поверхностно-активных веществ, оксидных пленок, чтобы поверхности имели примерно одинаковый рельеф.

Задачей данной работы является измерение спектров импеданса образцов сталей с различной подготовкой поверхности.

Годограф экспериментального импеданса можно аппроксимировать частотной зависимостью импеданса подобранной эквивалентной схемой. Элементы этой схемы отражают свойства границы раздела фаз реального электрода и соответствуют определенным свойствам этой границы. При соответствии выбранной эквивалентной схемы реальному процессу (об этом судят по качеству аппроксимации) численные значения элементов можно связать с физико-химическими характеристиками электрода. В этом случае по параметрам эквивалентной схемы можно судить о воспроизводимости состояния поверхности электрода на момент начала испытаний.

Для проведения испытаний была использована ячейка, подключенная по трехэлектродной схеме к измерительной станции “Zahner IM 6”. Поверхность рабочего электрода представляла собой прямоугольный торец стального образца, залитого в эпоксидный компаунд. Вспомогательным электродом служила платиновая пластина. Электродом сравнения являлся насыщенный хлоридсеребряный электрод. Измерения проводили в растворе 0,75 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

На рис. 1а представлены экспериментальные годографы, полученные на образце после предварительной катодной поляризации (КП). Спектры сняты последовательно, примерно с 6-минутным интервалом. Импеданс изменяется во времени, что указывает на неустойчивое состояние поверхности электрода. На рис. 1б представлены данные после обработки поверхности этиловым спиртом (СП). В этом случае состояние поверхности практически не изменяется во времени. Кроме указанных вариантов испытана подготовка электродов с помощью катодно-анодной проработки (КАП), промывка электрода содовым раствором с последующей отмывкой водой (С). Все виды обработки, кроме промывки в спирте, дали неустойчивые и плохо воспроизводимые результаты.

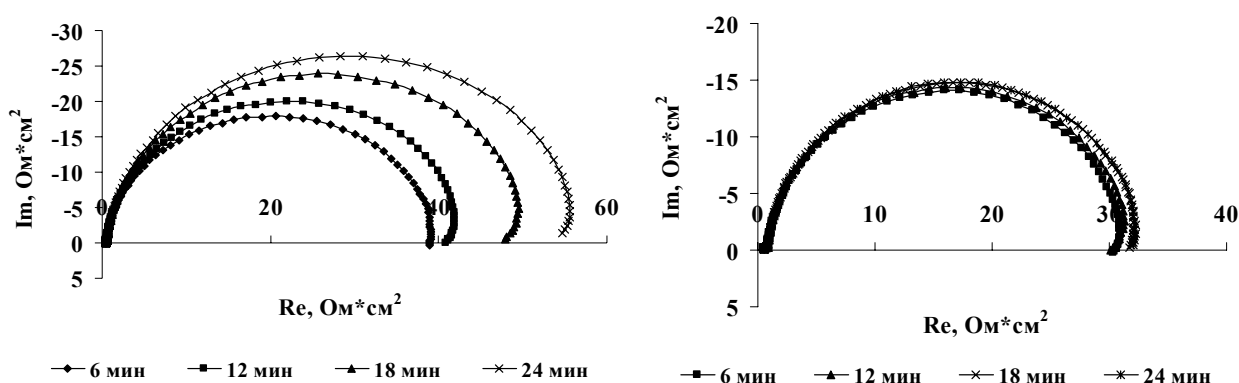


Рис. 1. Экспериментальные годографы импеданса на образце стали 18Х5МФБ за различные промежутки времени после погружения электрода в раствор:  
а) после катодной обработки; б) после промывки спиртом

В дальнейшем, для подбора эквивалентной схемы и расчета элементов использовались данные импедансных измерений электродов после промывки их этиловым спиртом. В эквивалентную схему (рис. 2) включены сопротивле-

ние раствора и параллельное звено с сопротивлением электродной реакции и элементом постоянной фазы, который соответствует емкости двойного слоя на шероховатой, фрактальной поверхности.

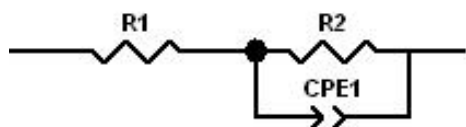


Рис. 2. Эквивалентная схема:  
R1 – сопротивление раствора, R2 - сопротивление реакции, CPE1 – элемент постоянной фазы

Как следует из результатов аппроксимации, приведенных на рис. 3, схема хорошо описывает поведение электрода в широкой области частот (1 Гц – 100 кГц).

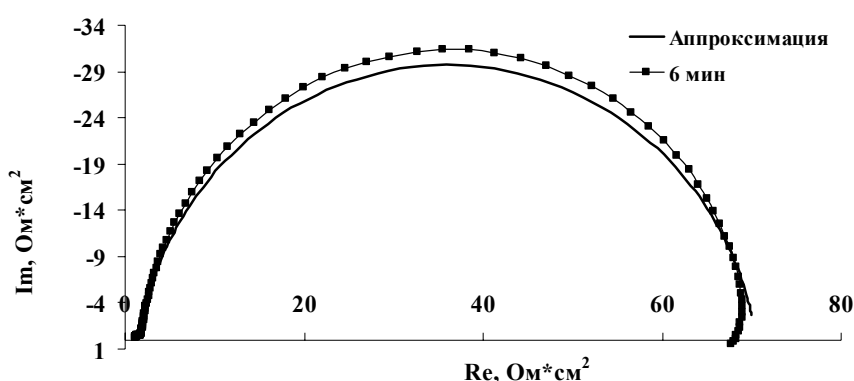


Рис. 3. Аппроксимация данных на основе эквивалентной схемы

Значения параметров схемы для разных образцов изменяются. Данные приведены в таблице.

По-видимому, идентичность подготовки различных электродов перед коррозионными испытаниями, будет заключаться в соответствии экспериментального годографа расчетному, выполненному по принятой эквивалентной схеме. Кроме того, должны оставаться постоянными значения элементов эквивалентной схемы в течение времени необходимого для выполнения эксперимента.

Параметры эквивалентной схемы для различных сталей и способов предварительной подготовки

Сталь	Способ обработки	R2, Ом·см <sup>2</sup>	$T \cdot 10^4$ , Ом <sup>-1</sup> ·см <sup>2</sup> ·с <sup>p</sup>	p	Ср. кв. ошибка R2, Ом·см <sup>2</sup>
18X5МФБ	СП	45,2	2,43	0,86	1,32
18X5МФБ	С	53,1	1,90	0,88	19,36
18X5МФБ	КП	47,7	0,37	0,93	8,29
18X5МФБ	КАП	33,5	3,45	0,89	0,37
18X3МФБ	СП	31,5	2,96	0,91	0,69
18ХМФБ	СП	34,5	2,65	0,92	1,47
18X5МФБЧ	СП	38,1	2,89	0,88	3,19

Как следует из данных, приведенных в таблице, наиболее стабильно во времени ведут себя электроды после обработки спиртом (среднеквадратические отклонения сопротивления реакции минимальные). Относительная стабильность наблюдается при переходе к другим образцам стали, хотя параметры схемы изменяются.

Таким образом, полученные в работе результаты импедансных измерений позволяют использовать предложенный метод для оценки и унификации состояния поверхности образцов перед коррозионными испытаниями. Метод позволит повысить надежность выводов по результатам ускоренных коррозионных испытаний и рекомендовать наиболее коррозионностойкие конструкционные материалы, что увеличит долговечность оборудования.

Работа выполнена по плану работ госбюджетной темы Н 687 42Б 001 12.

## **НОВЫЙ МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ ХРОМА ИЗ СТОКОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ХРОМИСТОГО ГИДРОНИМЯРОЗИТА**

*Фазлутдинов К.К., Марков В.Ф., Маскаева Л.Н.  
УРФУ, kfazl@yandex.ru*

Проблема хромосодержащих отходов сегодня актуальна и общеизвестна. Основной поставщик таких отходов в водные объекты – гальваническое производство. Стандартные методы утилизации хромовых сточных вод и отработанных электролитов не могут удовлетворить требованиям экологии и ресурсосбережения. Самый распространенный из них – реагентный метод. В рамках данного метода требуется перевести хром шестивалентный в более безопасную трехвалентную форму и осадить в виде гидроксида. Достижение ПДК по хрому в данном случае весьма затруднительно ввиду склонности трехвалентного хрома к комплексообразованию даже при локальной передозировке реагентов-осадителей.

Нами предложен инновационный метод утилизации хромосодержащих отходов совместно с отработанными стоками травления стали, заключающийся в одностадийном переводе железа и хрома в хромистый гидронимярозит – ценное металлургическое сырье. Фотография и микрофотография осадка приведены на рис. 1 и 2, рентгенограмма – на рис. 3.

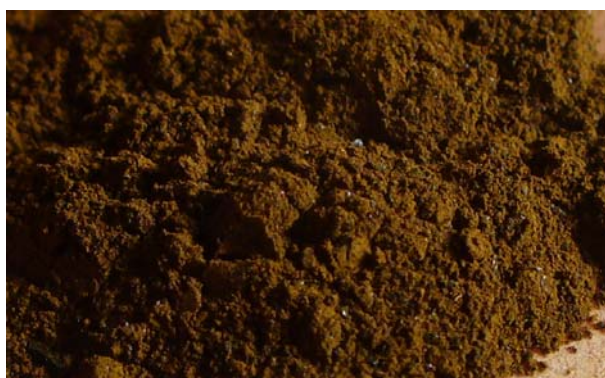


Рис. 1. Фотография измельченного осадка, полученного при осаждении из модельного раствора стандартного хромового электролита

Перевод осуществляется за счет реакции хромового отхода с железной стружкой в определенных условиях (площадь стружки, концентрация серной кислоты и т.д.). Метод не требует нагрева и перемешивания реакционной массы. В результате образуется жидкая часть, свободная от шестивалентного хрома, с концентрацией трехвалентного хрома до 2,2 мг/л. После отмычки стружки от гидронимярозита она может быть использована повторно.